

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-250061

(43)Date of publication of application : 22.09.1998

(51)Int.Cl.

B41J 2/045

B41J 2/055

(21)Application number : 09-057874

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 12.03.1997

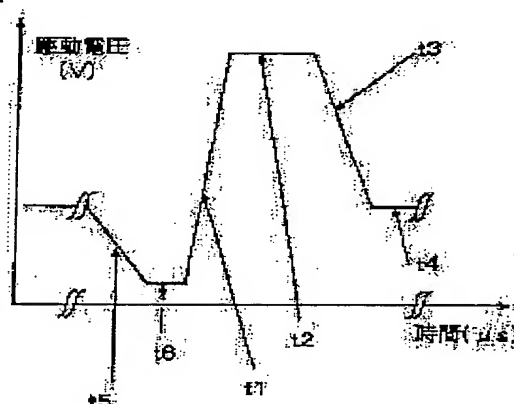
(72)Inventor : SAYAMA TOMOHIRO  
YONEKUBO SHUJI

## (54) DRIVING METHOD FOR INK JET PRINTING HEAD

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce discharge characteristic difference of ink due to difference of environmental temperature by preventing insufficiency of ink supply even in a low temperature environment and a high driving frequency in an ink jet recording head.

SOLUTION: The recording head discharges ink droplet by expanding and contracting a pressure generating chamber charged with ink by charging or discharging a piezoelectric vibration plate. In this case, ink discharge characteristic difference due to temperature environment is reduced by providing a drive waveform having a step t1 of contracting the chamber, a step t1 of maintaining a driving voltage, and a step t3 of expanding the chamber, and changing a total time of the t1, t2, t3 from  $(n+1/4)$  times ( $n=1, 2, 3$ ) of a natural oscillation period T of a piezoelectric vibration plate to  $(n+3/4)$  times of the period T or  $(n-1/4)$  times of the T upon reduction of the temperature environment, thereby eliminating ink supply insufficiency at a high driving frequency under low temperature environment.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

10.10.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-250061

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月22日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

B 4 1 J 2/045  
2/055

識別記号

F I

B 4 1 J 3/04

1 0 3 A

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平9-57874

(22) 出願日 平成9年(1997) 3月12日

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 狭山 朋裕

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72) 発明者 米窪 周二

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

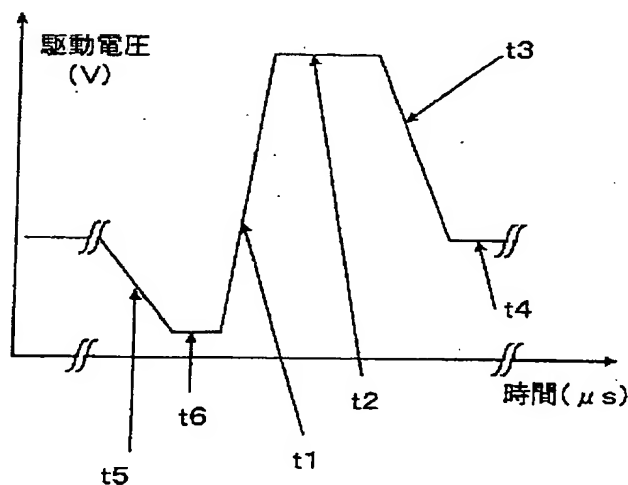
(74) 代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外2名)

(54) 【発明の名称】 インクジェット式印字ヘッドの駆動方法

(57) 【要約】

【課題】 インクジェット式記録ヘッドにて低温度環境かつ高駆動周波数でもインクが供給不足になることを防ぎ、それにより環境温度の違いによるインクの吐出特性差を少なくする。

【解決手段】 圧電振動板を充電または放電してインクが充填している圧力発生室を膨張、収縮させてインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドにおいて、前記圧力発生室を収縮させる行程 ( $t_1$ ) と駆動電圧維持行程 ( $t_2$ ) と前記圧力発生室を膨張させる行程 ( $t_3$ ) とを持つ駆動波形を備え、 $t_1$  と  $t_2$  と  $t_3$  の合計時間が、圧電振動板の固有振動周期  $T$  の  $(n+1/4)$  倍 ( $n=1, 2, 3$ ) から、温度環境の減少に伴って、上記固有振動周期  $T$  の  $(n+3/4)$  倍若しくは  $T$  の  $(n-1/4)$  倍に変動させていくことにより、低温度環境下での高駆動周波数におけるインクの供給不足を解消することで、温度環境によるインク吐出特性差を減らす。



(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ノズル開口と共通のインク室に連通する圧力発生室と、圧力発生手段とを備え、駆動電圧を維持する行程、充電行程と放電行程の3つの行程を適宜に組み合わせて、前記圧力発生手段により圧力発生室を膨張、収縮させて、インクの吸引、ノズル開口からのインク滴吐出を行うインクジェット式ヘッドの駆動方法において、前記圧力発生室を収縮させる行程(t1)と駆動電圧維持行程(t2)と前記圧力発生室を膨張させる行程(t3)とを持つ駆動波形を備え、t1とt2とt3の合計時間が、インク的环境温度に応じて圧力発生手段の固有振動周期Tの $(n+1/4)$ 倍( $n=1, 2, 3$ )から、Tの $(n+3/4)$ 倍の帯域で変化していくことを特徴とするインクジェット式印字ヘッドの駆動方法。

【請求項2】 環境温度の減少に伴って前記請求項1の範囲内で前記t1とt2とt3の合計時間が増加していくことを特徴とするインクジェット式印字ヘッドの駆動方法。

【請求項3】 前記t1とt2とt3の合計時間が、インク的环境温度に応じて圧力発生手段の固有振動周期Tの $(n+1/4)$ 倍( $n=1, 2, 3$ )から、Tの $(n-1/4)$ 倍までの帯域で変化していくことを特徴とするインクジェット式印字ヘッドの駆動方法。

【請求項4】 環境温度の減少に伴って前記請求項3の範囲内で前記t1とt2とt3の合計時間が減少していくことを特徴とするインクジェット式印字ヘッドの駆動方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、インクを圧電素子で加圧してインクを吐出させて文字や図形を記録する記録ヘッドを備えたインクジェット式記録装置を駆動させる方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来のインクジェット式印字ヘッドは環境温度変化に対して、インクの粘度、表面張力等のインク物性値が変化するため、吐出するインク滴の速度、インク滴の重量といった吐出特性が変わってしまい印字品質に影響を及ぼすことが知られている。

【0003】このような問題に対して、特開平5-220947号公報では、環境温度が低下する場合においてはインクを供給する前に常温に近い状態にまで加熱を行って温度の補正を行うことが開示されている。

【0004】また、国際公開特許WO95/16568号で開示されている駆動方法は圧電素子を中間駆動電圧に充電した状態から最低駆動電圧にまで放電してインクを圧力室に吸入し、吸入直後に圧電素子を最大電圧まで充電してインクの吐出を行い、その直後に中間駆動電圧まで放電するものである。

2

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記特開平5-220947号公報の方式では環境温度対策のためだけにインク過熱器を設置しなければならず、製造コストが高くなる問題を抱える。

【0006】また、国際公開特許WO95/16568号で開示されている駆動方法を保証環境温度の全領域に渡って使用する場合、特にメニスカスの残留振動の影響が顕著に現れる駆動周波数(単位時間当たりのインク滴吐出回数)が例えば、20kHz以上では、環境温度が下がるにつれ、インク量が粘度上昇の分による減少分に加えて、吐出後のノズル開口へのメニスカスの戻りが遅くなるために環境温度が高い状態よりもメニスカスが引き込まれた状態で次の吐出を行わなければならない分のインク量減少が加わって、大幅にインク重量が減少することになる。また、上記メニスカスの戻りが遅くなるために、メニスカスが大幅に引き込まれた状態のまま次のインク滴の吐出を行うので、吐出されるインク滴が線状になり、また前記のように大幅なインク量の減少も手伝って、画質の劣化は必至である。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記の問題を解決するために、本発明に於けるインクジェット式ヘッドの駆動方式は、ノズル開口と共通のインク室に連通する圧力発生室と、圧力発生手段を備え、駆動電圧を維持する行程、充電行程と放電行程の3つの行程を適宜に組み合わせて、前記圧力発生手段により圧力発生室を膨張、収縮させて、インクの吸引、ノズル開口からのインク滴吐出を行うインクジェット式ヘッドにおいて、前記圧力発生室を収縮させる行程(t1)と駆動電圧維持行程(t2)と前記圧力発生室を膨張させる行程(t3)とを持つ駆動波形を備え、t1とt2とt3の合計時間が、インク的环境温度に応じて圧力発生手段の固有振動周期Tの $(n+1/4)$ 倍( $n=1, 2, 3$ )から、Tの $(n+3/4)$ 倍に増加若しくはTの $(n-1/4)$ 倍に減少していくことを特徴とするインクジェット式印字ヘッドの駆動方法である。

【0008】

【作用】圧力発生装置を充電(若しくは放電)して圧力室を収縮させインク滴を吐出させようとする時、充電(若しくは放電)時間が経過した時点で、充電(若しくは放電)最終時間のまま、駆動電圧を維持する状態に移行すると、圧力発生手段としての圧電振動板はその固有振動周期Tで定まる残留振動に入るが、更にその駆動電圧を維持する時間から放電(若しくは充電)を完了し、再び放電(若しくは充電)完了時の駆動電圧を維持する状態に入る直前までのタイミングを変化させることで、圧電振動板の残留振動を抑止することも残留振動を増幅させることもできる。圧電振動板の残留振動を抑止することにより、結果的に意図しない吐出(サテライト)が

3

発生するのを防ぐことができる。これは特に環境温度が高いときにインクの粘度が減少したときの駆動波形の設定法である。逆に環境温度が低いとき、つまりインク粘度が増加したとき、圧電振動板の残留振動を抑止しないようなタイミングを設定すると、圧電振動板の残留振動が引き起こすポンプ効果により、メニスカスの戻りを早めることができ、環境温度が高い状態に近い戻りの早さを実現できる。圧電振動板の残留振動を抑止するタイミングと抑止しないタイミングを環境温度によって変化させることにより、インクの粘度特性に応じた高周波数駆動方法を実現できる。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面に基いて説明する。

【0010】（実施例）図1は本発明に使用するインクジェット記録ヘッドの一実施例を示すものであって、図中の符号1は、駆動ユニットで、ジルコニアの薄板からなる振動板2の表面に、後述する圧力発生室4に対向するようにPZTからなる圧電振動板3、3、3……を一体に固定して構成されている。

【0011】5はスパーサーで、圧力発生室4を形成するのに適した厚さ、例えば100 $\mu$ mのジルコニア（ZrO<sub>2</sub>）などのセラミック板に圧力発生室4、4、4……の形状に一致した通孔を一定ピッチで穿設して構成されている。

【0012】6は圧力発生室4の他面を封止する基板で、圧力発生室4寄りの一端側には、ノズル開口7、7、7……と圧力発生室4を接続する連通口8、8、8……が、また他端側には圧力発生室4と各ノズル共通のインク室10とを接続する連通口11、11、11……が設けられている。この連通口11、11、11……はノズル開口7、7、7……とほぼ同等の流路抵抗を有する流路制限孔の役割も担っている。

【0013】これら3つの部材1、5、6はそれぞれユニットとして構成され、後述するユニット固定板12に取り付けられる。

【0014】12は前述のユニット固定板で、一方の面に上述したユニットが所定の位置に接着剤で固定されており、連通口11と共通のインク室10とを接続する連通孔13が設けられ、また通孔8に対向する位置にはノズル開口7と接続する連通孔14が設けられている。

【0015】15は、後述する共通のインク室構成板16とユニット固定板12とを接合するための熱溶着フィルムで、共通のインク室10に一致する窓17、及びノズル開口7、7、7……圧力発生室4、4、4……とを接続する連通孔18、18、18……とが穿設されている。

【0016】16は、前述の共通のインク室形成板で、共通のインク室10を形成するに適した厚み、例えば120 $\mu$ mのステンレス鋼などの耐蝕性を備えた板材に、

(3)

4

共通のインク室10の形状に対応する通孔と、圧力発生室4、4、4……とノズル開口7、7、7……とを接続する連通孔9、9、9……を穿設して構成されている。

【0017】30はノズルプレートで、圧力発生室4、4、4……の一侧よりにはノズル開口7、7、7……が穿設されていて、連通孔8、14、18、9、及び19を介して各圧力発生室4、4、4……に接続するように共通のインク室形成板16に熱溶着フィルム20で接着されている。

【0018】このように構成されたインクジェット式記録ヘッドは、圧電振動板4に一定速度で上昇する電圧からなる駆動信号が印加されると、振動板2が圧力発生室4側を凸にするようにたわんで、圧力発生室4を収縮させる。これにより、圧力発生室4のインクが連通口8、14、18及び9を経由してノズル開口7に至り、ここからインク滴を吐出する。

【0019】インク滴形成後に駆動電圧を一定の速度で低下させると、圧電振動板3は元の位置に徐々に復帰して、圧力発生室4が膨張する。この過程でインク滴の形成により消費された分のインクが共通のインク室10から流路制限孔11を経由して圧力発生室4に流入する。

【0020】図2は上述した記録ヘッドに駆動パルスを送り込むための装置を図式化して示したものである。図2中の21はパルス形成装置である。この回路は中にROMを持っており駆動波形情報をROMに焼き付けることにより、任意の駆動波形を表現できる装置である。このROMに、22に示すように設定する駆動波形の情報をあらかじめ焼き付けておく。この駆動情報には環境温度の変化に対応して波形のタイミングを変化させるようなデータをあらかじめ備えている。更にパルス形成装置21近傍にサーミスタ23を備えておき、環境温度の情報が常にパルス形成装置21へと伝わるように設定する。

【0021】駆動波形情報22で示される情報とサーミスタ23で示される情報を元にして、パルス形成装置21はデジタルパルスをD/Aコンバーター24へと送信する。このD/Aコンバーター24では、パルス形成装置21によって伝えられた駆動波形の情報をアナログのデータへと変換することができる。

【0022】D/Aコンバーター24にてアナログ化されたパルスは電力増幅器25にて設定している電圧と電流にまで増幅され、図1の符号1で示される駆動ユニットへと駆動パルス波形として伝えられる。

【0023】図3は図2の駆動波形情報22を元に上述した記録ヘッド装置の動作を表す駆動波形図である。圧電振動板3に中間駆動電圧を印加した待機状態（t5の直前）から放電を行い圧力室にインクを吸入する工程（t5）、最低駆動電圧を維持する時間（t6）、充電を行い圧力室のインクを射出する工程（t1）、充電最終電圧を維持する時間（t2）、放電をおこなって中間

5

駆動電圧に復帰する工程(t3)を持ち、t4以降は次の吐出に入るまで中間駆動電圧を維持する波形が設定されている。尚、圧電振動板の固有振動周期Tは8μsである。以下ではこれを実施例とする。

【0024】図4は、駆動波形を本発明の様式に従って変化させたときの情報一覧である。ここで設定した情報を図2中の22に設定して駆動波形の情報として登録する。駆動波形情報41に示されるt1、t2及びt3の工程の合計時間が、環境温度40℃時では、圧電振動板の固有振動周期Tの(1+1/4)倍、環境温度15℃時では、Tの(1+3/4)倍になるように設定している。

【0025】図6は40℃での測定結果を周波数特性のグラフとして示したものである。

【0026】また、図5は、15℃での測定結果を周波数特性のグラフとして示したものである。51は実施例での周波数特性を表したもので、52はt1+t2+t3の合計時間を40℃環境結果における最も好適値のまま(つまり、図6で用いた組み合わせ)で測定した結果である。

【0027】図5中の52のグラフでは、駆動周波数が20kHzを超えるあたりからインク滴吐出後のインクの供給が間に合わなくなり、駆動周波数が上昇する毎に、インク量が大幅に減少していく。駆動周波数の上昇に伴いインク量は40℃時での周波数特性図(図6)と比べると大幅に減少する。また、駆動周波数20kHz以上ではインクの供給が間に合わないために吐出するインク滴が線状になってしまい、画質の劣化を引き起こす原因になる。

【0028】実施例の測定結果51は、測定結果52と比べると、特に20kHz以上で吐出するインク量が上昇している。また、測定52で出現した線状のインク滴も現れることなく、全周波数に渡って粒状のインク滴を吐出することができた。

【0029】また、温度の違いによる周波数特性の違いも図6のグラフと図5の52(t1+t2+t3の組み合わせを変更しない)の場合では、グラフにかなりの差が現れており、低い周波数と高い周波数を混在させてインク滴を吐出することが多い印字では温度が違えば色合いに差がつくことは必至である。対して図6と図5の51(実施例)の場合は周波数特性のグラフは温度による違いはあまりなく、色合いに差がつくことは少ない。

【0030】図7は40℃環境時のインク滴吐出を行う充電工程(t1)以降の圧電振動板3の残留振動を示した図である。

【0031】t1工程の充電によって発生した圧電振動板3の残留振動はt3における放電によってちょうど打ち消されるようにタイミングを設定している。圧電振動板3の残留振動が圧力発生室4を収縮させ始める時点

(4)

6

を開始させ、圧電振動板3の残留振動が圧力発生室4を膨張させる向きに反転する直前を捉えて放電t3を制止し、電圧維持t4にすることで、圧電振動板3の残留振動を抑えるようにしている。t1の急激な充電工程による圧力発生室4を収縮させようとする残留振動71とその反動による圧力発生室4を膨張させようとする残留振動72の振動以降は、放電工程(t3)による残留振動打ち消しの効果が発生して、大きな残留振動はなくなる。またこの時、圧電振動板3の残留振動は放電工程t3の前後で最大1/2周期の位相の遅れが生じ、圧電振動板3の残留振動における次の収縮方向への振動73以降は1/2周期遅れて振動する。

【0032】実施例で圧電振動板3の残留振動を抑えることができるタイミングは、圧電振動板が充電工程t1を開始した時点から固有振動周期T(8μs)の1+1/4倍の時点であり、これより短い時間間隔でも長い時間間隔でも圧電振動板3の残留振動の振幅は大きくなる。

【0033】図8は実施例での15℃環境におけるインク滴吐出を行う充電工程(t1)以降の圧電振動板(図1中の3)の残留振動を示した図である。

【0034】実施例の15℃環境における圧電振動板3の残留振動図8は図7とは異なり、放電工程(t3)における残留振動打ち消しの効果が現れないタイミングを取っている。圧電振動板3の残留振動が、圧力発生室4を膨張させる時点を抑えて、放電t3による圧力発生室4を膨張させるパルスを開始させ、残留振動により圧力発生室4をますます膨張させ、残留振動が最も膨張側に変位し、収縮させようとする直前に放電t3を停止し、電圧維持工程t4に移行することにより、大きな残留振動を残したままになるので、図8は、t1の急激な充電による圧力発生室4を収縮させようとする残留振動81とその反動による圧力発生室4を膨張させようとする残留振動82、さらにその反動で圧力発生室4を収縮させようとする残留振動83を経て、その残留振動84(膨張)では放電t3の影響を受けて振幅が大きくなり、以降圧力発生室4を収縮する作用と膨張する作用を繰り返す。(85、86)しかしながら、温度が低い場合には、インクの粘度が高いため、温度が高い時と比べて、減衰が早く、実質的には同等の減衰時間である。また、圧電振動板3の残留振動は放電t3工程の前後で位相の変化はない。

【0035】実施例の15℃環境における圧電振動板3の残留振動の振幅を増し、電圧維持工程t4に進むタイミングは、圧電振動板が充電工程t1を開始した時点から固有振動周期T(8μs)の1+3/4倍の時点であり、これより短い時間間隔でも長い時間間隔でも圧電振動板3の残留振動の振幅は図7の状態よりも小さくなる。

【0036】また、インク滴吐出後のメニスカスは、大

(5)

7  
きく圧力発生室4に引き込まれ、所定時間が経過した時点で反転して、圧電振動板の固有振動(図7、図8に示した振動)と同期した振動を繰り返しながらノズル開口側(図1の7)に向かって移動する。インク滴吐出からメニスカスが圧力発生室4側に引き込まれ、その後ノズル開口部7に到着するまでの合計時間が短いほど、次の吐出で安定的にインク量を確保することができるまでの時間間隔を短くすることができ、その結果駆動周波数を上げていっても、メニスカスの振動が完全に収束した状態で次のインク滴を吐出するのと同程度のインク量を確保することができる。

【0037】15℃環境において、放電t3工程で圧電振動板3は残留振動の振幅が増大し、放電t3工程終了後(残留振動84)、メニスカスは大きく圧力発生室4側に引き込まれる。また、圧電振動板3の残留振動が残らないような放電t3工程をかけるときは、例えば、40℃環境における例(図7)のような状態であり、t3工程終了時(残留振動72)では、残留振動の振幅が大きく残る場合よりもメニスカスは圧力発生室4側に引き込まれない。

【0038】図9は圧電振動板3の残留振動の振幅が大きい状態と小さい状態でのノズルメニスカス減衰運動の推移を示したものである。91はメニスカスが放電t3工程後に強く引き込まれた場合(実施例、残留振動の振幅が大きい)であり、92はメニスカスがほとんど引き込まれなかった場合の減衰振動である。92の場合は、圧電振動板3の残留振動の振幅はあまり小さくなく、メニスカスは自然減衰に近い挙動を示す。対して、実施例のメニスカス減衰91は、放電t3工程終了直後に圧電振動板3の残留振動が圧力発生室4を収縮させる(つまり、メニスカスをノズル開口7側に押し出す)方向に最大の圧力を発生する位相になっていて、また、残留振動の振幅が最大であるので、最も大きなメニスカス押し出しの圧力を持っている。さらに、残留振動の反動で圧力発生室4を膨張させる、つまり、メニスカスを圧力発生室4側に引き込む作用の圧力は、圧電振動板3の残留振動の減衰により、必ず一つ前のメニスカスをノズル開口7側に押し出す作用よりも弱い圧力になる。結果として、減衰91は、メニスカスをノズル開口7にまで回復するための最大の圧力を流路に加えることができる。

【0039】また、放電t3工程後の残留振動が非常に小さくなる減衰92の場合では、放電t3工程終了直後に、圧電振動板3の残留振動は、圧力発生室4を最も膨張させる(つまり、メニスカスを圧力発生室4側に引き込む)方向に最大の圧力を発生する位相になっているが、圧電振動板3の残留振動の振幅が非常に小さいので、メニスカスをノズル開口7に回復させる圧力も圧力発生室4側に引き込む圧力もほとんど存在しない。

【0040】また、減衰91と92の中間の圧電振動板3の制振効果を持つ減衰93は、放電t3工程終了直後

8  
では、91と92の中間の位相になっており、また、圧電振動板3の振幅も91と92の中間をとるので、メニスカスをノズル開口7に回復させるための圧力も減衰91と92の中間になる。

【0041】これにより、放電t3工程終了後にノズルメニスカスがノズル開口7に早く回復させるためには、実施例のように、最も圧電振動板3の残留振動を発振させたほうがよい。

【0042】また、前記した通り、放電t3工程によって、圧電振動板3の残留振動は位相のずれを引き起こす。15℃環境での実施例のように、放電t3工程によって、残留振動が最も発振する状態では位相ずれはないが、放電t3工程によって、残留振動が収まるほど圧電振動板3の位相が最大で固有振動周期Tの1/2倍の時間だけ遅れる方向に進み、放電t3工程終了後始めて圧力発生室4を収縮させる残留振動が位相ずれの分だけ遅くなってしまい、結果としてノズルメニスカスをノズル開口7まで回復させる時間を遅らせてしまう。位相のずれがないほど、つまり放電t3工程によって圧電振動板3が発振するほど、吐出後のメニスカスを再びノズル開口7まで回復する時間が早くなり、15℃環境における高い駆動周波数のインク滴吐出であっても、インク滴の供給が間に合うようになる。

【0043】また、圧電振動板3の残留振動は15℃環境において、実施例の(図8)状態が最も残留振動の振幅を高める状態であり、実施例のt1+t2+t3時間の合計が減少もしくは増大すると、圧電振動板3の放電t3工程終了後の残留振動の振幅が小さくなり、放電t3工程後のメニスカス引きこみ位置の面からも位相のずれという面からも、ノズルメニスカスがインク滴吐出によって大きく圧力発生室4側に引き込まれてからノズル開口7に押しもどされるまでの時間が遅くなってしまい、15℃環境時での高周波数駆動時のインク吐出量が減少してしまう。

【0044】以上に示した、放電t3工程終了後に圧電振動板3の残留振動を加振して高周波数駆動時のインク滴供給能力を高める方法は、インク粘度が相対的に高い状態で使うことが望ましい。つまり実施例における15℃環境のような状態である。

【0045】実施例でも設定した通り、40℃環境のようなインク粘度が小さくなる状態では、インク粘度の減少(つまり温度の増加)に従って徐々に圧電振動板3の残留振動が消滅するようにして、圧電振動板3の残留振動による予期せぬインク滴の吐出を抑え、粘度減少による吐出量が過剰に増えることも抑えることができる。

【0046】また、15℃環境のようなインク粘度が高くなる状態では実施例のように圧電振動板3の振動を抑えずに供給能力を最大限高めることで吐出量を確保する。圧電振動板3の残留振動に起因する予期せぬインク滴の吐出は15℃のような高粘度状態ではほとんど起こ

(6)

9

ることはなく、これにより全温度環境に渡って周波数特性も似たような傾向を得ることができ、なおかつ15℃の高周波数駆動であっても粒状のインク滴を得ることができる。

【0047】また、本実施例においては、数値 $n$ は1が選択されており、 $t_1$ と $t_2$ と $t_3$ の合計時間は、圧電振動板3の固有振動周期 $T$ の $(1+3/4)$ 倍で低温環境を設定しているが、この設定値は40℃環境において圧電振動板3の残留振動を最もよく制止することができる、15℃環境において最も高い供給能力上昇効果がありさらに圧電振動板3の残留振動に起因する不要なインク滴の吐出が発見されなかったのでこの設定値を用いたが、 $t_1$ と $t_2$ と $t_3$ の合計時間の変域は圧電振動板3の残留振動が最も収まる $T$ の $(n+1/4)$ 倍( $n=1, 2, 3$ )を基点にして、そこから $T$ の $1/2$ 倍だけ増加ないしは $T$ の $1/2$ 倍だけ減少する範囲が一般的には望ましい値である。

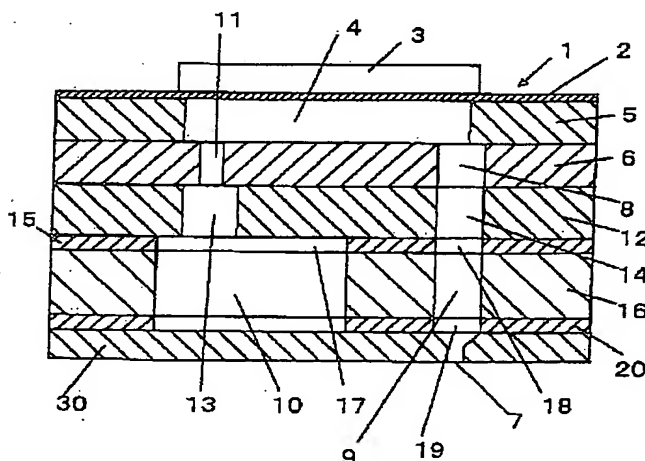
【0048】なお、本実施例では、圧力発生手段の固有振動周期 $T$ を8 $\mu$ sの例として述べたが、あらゆる固有振動周期においても、同様の作用を奏することは明らかである。

【0049】また、本実施例で述べた、圧電振動板の撓み振動を利用したもの以外でも、例えば、圧電振動子の縦振動を利用したインクジェット式記録ヘッドでも、同様の効果を得られる。

【0050】

【発明の効果】以上説明したように、本発明では、 $t_1$ と $t_2$ と $t_3$ との合計時間を圧電振動板の固有振動周期 $T$ の $(n+1/4)$ 倍( $n=1, 2, 3$ )に設定し、環境温度の減少に伴い $T$ の $(n+3/4)$ 倍若しくは( $n-1/4$ )倍に近づけることにより、温度が低い状態で

【図1】



10

高駆動周波数帯のインク量を増加させることができ、なおかつ粒状のインク滴を得ることができる。

【0051】さらに、温度の違いからくる周波数特性の差も大幅に改善されることができ、温度環境による色合いの差も改善される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に使用するインクジェット式記録ヘッドの一実施例を示す断面図である。

【図2】本発明に使用するインクジェット式記録ヘッドを駆動させる駆動波形を送る方法の概略図である。

【図3】本発明に使用するインクジェット式記録ヘッドの動作を示す駆動波形図である。

【図4】実施例で設定した駆動波形の情報一覧の図表である。

【図5】低温環境下における駆動周波数と吐出インク量の関係を示す図である。

【図6】高温環境下における駆動周波数と吐出インク量の関係を示す図である。

【図7】実施例における40℃環境での充電直後からの圧電振動板の残留振動の挙動を示す図である。

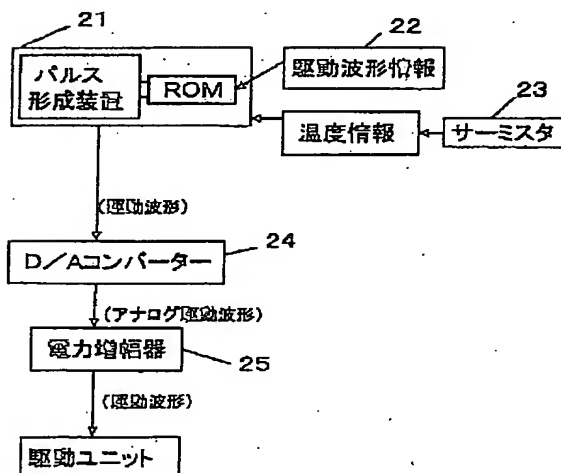
【図8】実施例における15℃環境での充電直後からの圧電振動板の残留振動の挙動を示す図である。

【図9】実施例におけるノズルメニスカスの減衰振動の挙動を示す図である。

【符号の説明】

1. 駆動ユニット
2. 振動板
3. 圧電振動板
4. 圧力発生室
7. ノズル開口

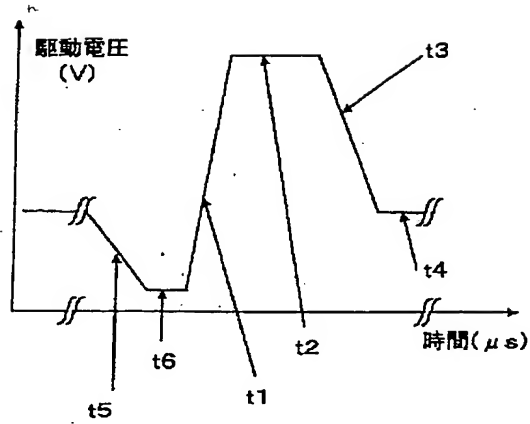
【図2】





(7)

【図3】



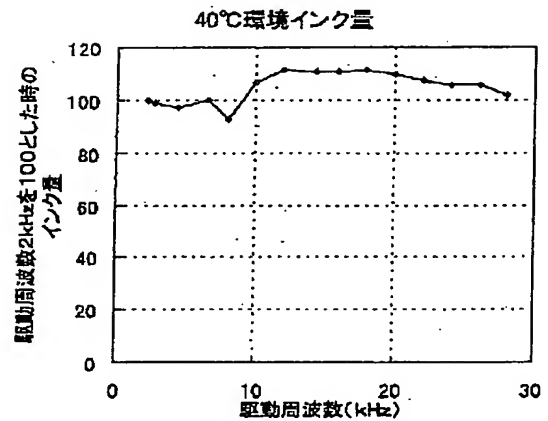
【図4】

駆動波形情報 41

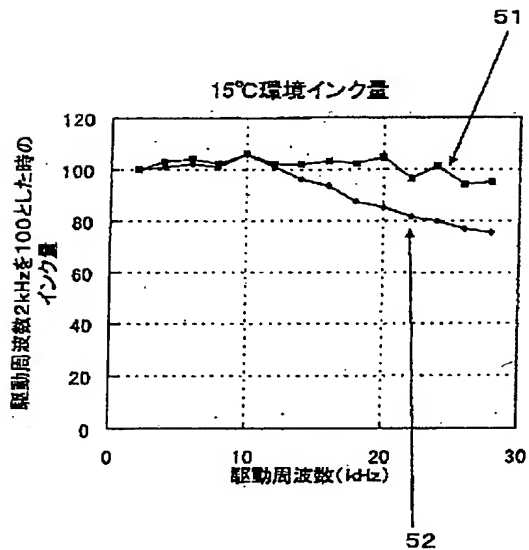
名称	時間	傾き	モード
t5	6 $\mu$ s	-2V/ $\mu$ s	放電
t6	2 $\mu$ s	$\pm$ 0V/ $\mu$ s	ホールド
t1	2 $\mu$ s	+15V/ $\mu$ s	充電
t2	5 $\mu$ s (25°C以上40°C以下) 5 + (60 - 2Temp)/5 $\mu$ s (15°C以上25°C未満) 9 $\mu$ s (15°C)	$\pm$ 0V/ $\mu$ s	ホールド
t3	3 $\mu$ s	-6V/ $\mu$ s	放電
t4	1/t - t1 - t2 - t3 - t5 - t6 $\mu$ s	$\pm$ 0V/ $\mu$ s	ホールド

Tempは温度(°C)  
fは駆動周波数(MHz)

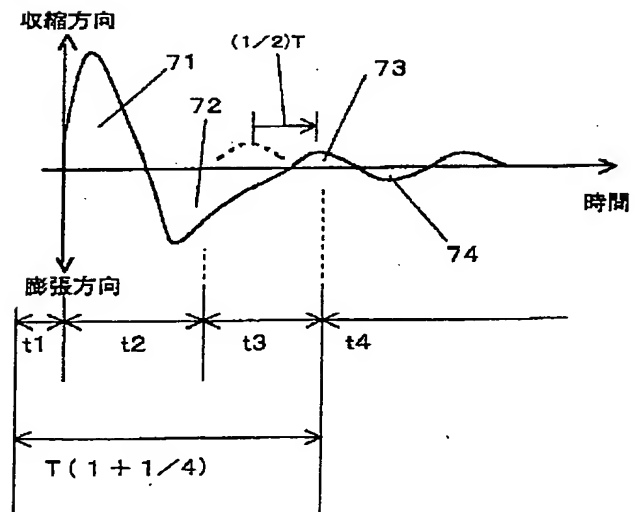
【図6】



【図5】



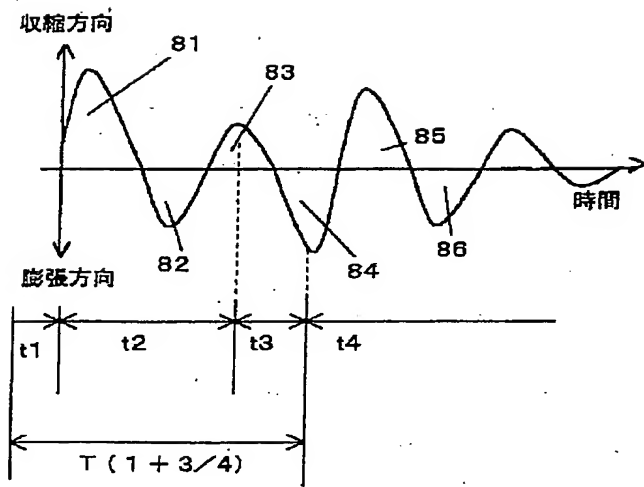
【図7】





(8)

【図8】



【図9】

